

# **ВЛИЯНИЕ ОПЕРАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛАЗЕРНОЙ УСТАНОВКИ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ИЗОТОПНЫХ ОТНОШЕНИЙ Pb/U И Pb/Pb В ЦИРКОНЕ МЕТОДОМ МАСС- СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ С ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИЕЙ**

*Зайцева М.В., Путьшев А.А.*

Уральский федеральный университет  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

При изотопной датировке геологического возраста пород и минералов решающее значение имеет точность измерения изотопных отношений, которая, в случае использования лазерной абляции проб, очень сильно зависит от операционных параметров лазерной установки. С использованием природного циркона Mud Tank [1] изучено влияние энергии лазерного пучка (% от максимальной мощности), частоты повторений лазерных импульсов (Гц) и диаметра кратера абляции (мкм) на точность измерения изотопных отношений Pb/U и Pb/Pb (многоколлекторный масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой Neptune Plus фирмы Thermo Scientific, приставка лазерной абляции NWR 213 фирмы ESI).

Экспериментально установлено, что:

- снижение энергии лазерного пучка до 70-80 % от максимальной уменьшает вклад эффекта фракционирования в результаты измерения изотопных отношений за счет увеличения соотношения диаметр/глубина кратера;
- в большинстве случаев уменьшение частоты повторений импульсов при их фиксированной энергии ослабляет вклад эффекта фракционирования в результаты измерения изотопных отношений;
- величина эффекта фракционирования и значение измеренных изотопных отношений подвержены временному дрейфу, что требует использования внутренних или внешних стандартов для компенсации данных явлений;
- относительная погрешность измерения изотопных отношений обычно увеличивается при снижении энергии лазерного пучка;
- при увеличении диаметра кратера относительная погрешность измерения изотопных отношений уменьшается.

В результате проведенных исследований получены данные по эффекту фракционирования, значениям относительной погрешности измерений изотопных отношений  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ ,  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  и  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  в цирконах при частоте повторения лазерных импульсов 20 Гц, разной энергии лазерных импульсов и различных диаметрах лазер-

ного луча (20, 25, 40, 50 и 80 мкм). Даны рекомендации по выбору операционных параметров лазерной абляции для получения минимальной погрешности измерения изотопных отношений в цирконах.

1. Chew D. M., Sylvester P. J., Tubrett M. N. U–Pb and Th–Pb dating of apatite by LA-ICPMS // Chem. Geology. 2011. V. 280. P. 200–216.

## **U–Pb ДАТИРОВАНИЕ ВОЗРАСТА ПРИРОДНЫХ ЦИРКОНОВ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ С ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИЕЙ**

*Зайцева М.В., Путьшев А.А.*

Уральский федеральный университет  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Для датирования геологического возраста природных цирконов с использованием циркона Mud Tank [1], циркона GJ [2] и стандартного стекла NIST SRM 612 [3], для которых известны изотопные отношения свинца и урана, разработана методика анализа, включающая в себя измерение значений изотопных отношений  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ ,  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  и  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и лазерной абляцией, расчет возраста цирконов по конкордии. Алгоритм реализации методики включает в себя измерение указанных изотопных отношений с использованием оптимизированных операционных параметров лазерной установки и введение следующих видов коррекции в измеренные значения изотопных отношений: учет сигнала контрольного опыта, учет вклада сигнала изотопа  $^{204}\text{Hg}$  в сигнал изотопа  $^{204}\text{Pb}$ , учет вклада нерадиогенного свинца, учет влияния дискриминации ионов изотопов по массе, учет вклада эффекта фракционирования, определение грубых выбросов.

Результаты датирования цирконов при различных операционных параметрах и применением разных стандартных образцов показали, что:

- для повышения точности измерения изотопных отношений необходимо использовать способ измерения «взятие в вилку»;
- для компенсирования эффекта фракционирования и дискриминации ионов изотопов по массе необходимо использовать в качестве стандартного образца циркон с известным значением изотопных отношений  $\text{Pb}/\text{U}$  и  $\text{Pb}/\text{Pb}$  в нем;
- при использовании в качестве внешнего стандарта NIST SRM 612 при высоких и низких энергиях лазерного излучения происходит частичная компенсация эффекта фракционирования;